

PAT-NO: JP02001076057A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001076057 A  
TITLE: METHOD AND SYSTEM FOR OPTIMIZING  
PORTFOLIO  
PUBN-DATE: March 23, 2001

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AITANI, NORIO	N/A
OKAMOTO, YUKIO	N/A
KATO, KOJI	N/A

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IDEA WORKS:KK	N/A

APPL-NO: JP2000196560

APPL-DATE: June 29, 2000

PRIORITY-DATA: 11189571 ( July 2, 1999)

INT-CL (IPC): G06F017/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optimum portfolio using a simple input operation by setting a part, whose realization probability becomes not lower than lower limit realization probability to be a valid line part, connecting the point of a target return which is set on a return axis and a point on the valid line part by a straight line whose inclination is made to be maximum and making the line to be a target straight line and setting the common point of

the target straight line and the valid line part to be an optimum portfolio.

SOLUTION: An efficient frontier  $\alpha$ ; is drawn at a investment rate (portfolio) calculated with modern portfolio logic. Lower limit return, lower limit realization probability and target return are inputted, and a lower limit straight line  $\beta$ ; is drawn from lower limit return and lower limit attainment probability. Target return  $r_1$  is set on a return axis and a straight line (target straight line)  $\gamma$ ;, which is the straight line connecting a point  $r_1$  to a point on a valid efficient frontier and in which inclination becomes maximum, is drawn. The common point A of the target straight line  $\gamma$ ; and the valid efficient frontier becomes a target return attainment probability maximum point and the point A shows portfolio optimization.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-76057

(P2001-76057A)

(43)公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 6 F 17/60  
2 0 4  
2 3 4

F I  
G 0 6 F 17/60  
2 0 4  
2 3 4 K

テ-マコ-ト<sup>\*</sup>(参考)

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-196560(P2000-196560)  
(22)出願日 平成12年6月29日 (2000.6.29)  
(31)優先権主張番号 特願平11-189571  
(32)優先日 平成11年7月2日 (1999.7.2)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

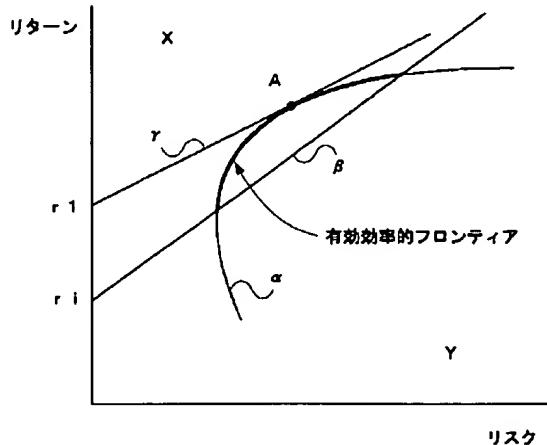
(71)出願人 399038734  
株式会社アイデアワークス  
東京都港区赤坂4丁目15番5号  
(72)発明者 藍谷 典生  
東京都港区赤坂四丁目15番5号 株式会社  
アイデアワークス内  
(72)発明者 岡本 行生  
東京都港区赤坂四丁目15番5号 株式会社  
アイデアワークス内  
(72)発明者 加藤 浩司  
東京都港区赤坂四丁目15番5号 株式会社  
アイデアワークス内  
(74)代理人 100093104  
弁理士 船津 鶴宏 (外1名)

(54)【発明の名称】ポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システム

(57)【要約】

【課題】従来の上記従来のポートフォリオ実現のシステムでは、投資に関するリターンとリスクを特定するのが難しく、特にリスクを数値化するのが困難であり、資産運用に関して経験豊富な投資家でなければ決定できないという問題点があった。本発明は、簡単な入力操作で最適ポートフォリオを求めることができるポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システムを提供する。

【解決手段】算出された効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、効率的フロンティアにおける下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システムである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、前記効率的フロンティアにおける前記下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、前記リターン軸上に設定した目標リターンの点と前記有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と前記有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとすることを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

【請求項2】 最適ポートフォリオが求められる際に、当該最適ポートフォリオにおけるリターンとリスク、更に目標直線の傾きから目標達成確率を得ることを特徴とする請求項1記載のポートフォリオ最適化方法。

【請求項3】 少なくとも、下限リターン、下限達成確率、目標リターンの項目を入力する入力手段と、経済情報データ、財務情報データ、金融商品に関連するデータを記憶する記憶手段と、前記記憶手段からデータを読み込み、リターン軸とリスク軸平面上にポートフォリオにおける効率的フロンティアを算出する効率的フロンティア算出処理手段と、前記効率的フロンティア算出処理手段で算出された効率的フロンティアに対して、前記入力手段で入力された下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、前記効率的フロンティアにおける前記下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、前記入力手段で入力された目標リターンから前記リターン軸上に設定した目標リターンの点と前記有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と前記有効線部分との共有点を最適ポートフォリオと決定し、前記記憶手段から推奨する金融商品に関連するデータを読み込み、推奨金融商品の一覧を取得する最適ポートフォリオ決定処理手段と、前記最適ポートフォリオ決定処理手段で得られた最適ポートフォリオ及び推奨金融商品の一覧を出力する出力手段とを有することを特徴とするポートフォリオ最適化処理システム。

【請求項4】 入力手段は、下限リターン、下限達成確率、目標リターンの入力項目を入力する代わりに、投資額、下限及び目標のリターンの額、投資期間、下限達成確率の入力事項を入力する手段であり、前記入力事項から下限リターン、下限達成確率、目標リターンの入力項目を算出する入力項目算出手段を設けたことを特徴とする請求項3記載のポートフォリオ最適化処理システム。

【請求項5】 入力手段、出力手段、記憶手段、効率的フロンティア算出手段、最適ポートフォリオ決定手段を、全て若しくは選択的に分散させ、ネットワークを介して複数の装置で実現することを特徴とする請求項3記載のポートフォリオ最適化処理システム。

【請求項6】 入力手段から投資期間が入力され、最適

ポートフォリオ決定処理手段で得られた最適ポートフォリオについて経済予測シナリオ若しくは乱数若しくはそれらの組み合わせを用いてシミュレーションを前記投資期間で複数回行い、出力手段に前記シミュレーションの推移をグラフ出力すると共に、前記シミュレーション結果における前記投資期間満了時の資産の額の分布を出力するシミュレーション処理手段を設けたことを特徴とする請求項3又は請求項4又は請求項5記載のポートフォリオ最適化処理システム。

【請求項7】 シミュレーション処理手段が、縦横の一方の軸に投資期間を設定し、前記縦横の他方の軸であって前記投資期間の始点に接する軸に資産の額を設定してシミュレーションの推移をグラフ出力し、前記縦横の他方の軸であって前記投資期間の終点に接する軸から前記設定した投資期間の軸方向に前記投資期間満了時の資産の額の頻度の分布を出力する手段であることを特徴とする請求項6記載のポートフォリオ最適化処理システム。

【請求項8】 リターン軸とリスク軸平面上に効率的フロンティアを算出する効率的フロンティア算出処理と、前記効率的フロンティア算出処理で算出された効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、前記効率的フロンティアにおける前記下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、前記リターン軸上に設定した目標リターンの点と前記有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と前記有効線部分との共有点を最適ポートフォリオと決定し、記憶されている金融商品に関連するデータから推奨する金融商品に関連するデータを読み込み、推奨金融商品の一覧を取得し、前記最適ポートフォリオ及び前記推奨金融商品の一覧を出力する最適ポートフォリオ決定処理とを実現するコンピュータプログラムを格納することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項9】 最適ポートフォリオ決定処理で得られた最適ポートフォリオについて経済予測シナリオ若しくは乱数若しくはそれらの組み合わせを用いてシミュレーションを投資期間で複数回行い、前記シミュレーションの推移をグラフ出力すると共に、前記シミュレーション結果における前記投資期間満了時の資産の額の分布を出力するシミュレーション処理を実現するコンピュータプログラムを格納することを特徴とする請求項8記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項10】 リターン軸とリスク軸平面上に下限リターンと下限達成確率とから下限直線を算出し、前記下限達成確率以上の達成確率となる領域においてリターンとリスクから求められる具体的な投資の構成の点について、前記リターン軸上に設けられた目標リターンの点と前記具体的な投資の構成の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と当該目標直線で結ばれた点との共有点を最適ポート

フォリオとすることを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

【請求項11】 リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リスク値と上限リスク値で形成されるエリアを許容エリアとし、前記許容エリア内における前記効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、前記リターン軸上に設定した目標リターンの点と前記有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と前記有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとすることを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

【請求項12】 リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、現在のポートフォリオのリスク値を算出し、前記リスク値以下を許容エリアとし、前記許容エリア内における前記効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、前記リターン軸上に設定した目標リターンの点と前記有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、前記目標直線と前記有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとすることを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータを用いた資産運用のためのポートフォリオ最適化方法に係り、特に顧客の下限リターンを用いてリスクマネージメントを考慮した最適ポートフォリオを演算するポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システムに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】既に、現代ポートフォリオ理論を用いた資産運用は、金融機関、FP (Financial Planner) 等において実践されており、最近では、ポートフォリオ演算のためにコンピュータを用いる手法がとられている。尚、ポートフォリオとは、投資の構成を示すものである。

【0003】ここで、現代ポートフォリオ理論とは、H. M. マーコビッツに始まり、シャープ、リントナーなどによって発展した証券投資及びポートフォリオ管理についての理論である。投資家が投資対象選択にあたって重点的に考慮する要素は、投資に伴う収益とリスクであり、均衡状態にある証券市場においては、投資対象のリスクが高い程それに相応した高い収益が得られる。投資家はリスクを回避しつつ収益を高めようとするが、選好によってリスクと収益のバランスを選び、効用が最大となる点で投資対象を決定する。このような投資決定理論をいう。

【0004】そして、ポートフォリオ演算にコンピュータを用いる従来技術として、平成11年(1999年)4月23日公開の特開平11-110447号「総合ポート

フォリオ計画システム」(出願人:株式会社ビーエフピース研究会、発明者:久保國泰)がある。この技術は、個々の投資家の目標收益率及びリスク許容レベルに適合したポートフォリオを計画するものであり、具体的には、入力された個人データに基づき投資者のライフプランに応じた投資目標額・目標收益率を算出し、入力された調査データに基づき投資者のリスク許容レベルを判定し、これらからモデルポートフォリオを作成するものである。

10 【0005】また、従来技術として、平成11年(1999年)4月9日公開の特開平11-096218号「ポートフォリオ自動設計システム及び記録媒体」(出願人:株式会社エムアイティ、発明者:松久也)がある。この技術は、対象資産特定情報とアセットクラス(資産種別)の期待收益率情報(アセットクラス別收益率情報)と支出内容特定情報から対象資産の総額の経時的推移状況を予測し、予測した状況を好転させるよう対象資産の推奨ポートフォリオを決定する。

【0006】そして、ポートフォリオの最適化に関しては、ファイナンス講座5「ポートフォリオの最適化」竹原均著、朝倉書店1997年4月20日発行がある。特に、ポートフォリオにおける効率的フロンティアについては、p14~p43, p126~p135に記載されている。この効率的フロンティアとは、最適なポートフォリオを求めるために、リターンに対して最小となるリスクの関係を表した曲線であり、具体的には、各ポートフォリオ期待收益率の値に対して、そのポートフォリオ分散(リスク)が最小となる資産中の資産種別の構成割合を求めた集合のことである。

30 【0007】そして、従来の手法では、資産を保有し、投資をしようとする人のリターンをライフプランから算出したり、またリスクをアンケートによって段階的に把握し、得られたリターンとリスクの関係を効率的フロンティアに照らし合わせて最適ポートフォリオを得るようになっていた。

【0008】従来の具体的な最適ポートフォリオ算出方法を図7を用いて説明する。図7は、従来の最適ポートフォリオ算出方法を示す説明図である。図7に示すように、現代ポートフォリオ理論に基づき、算出された投資比率(ポートフォリオ)で描き出された効率的フロンティア $\alpha$ に対して、リターン(E)とリスク( $\sigma$ )とから以下の効用曲線(ユーティリティ曲線: U)を計算する。

$$U = E - \lambda \sigma^2$$

【0009】そして、変数入を予め決め、Uを効用関数としてその値を少しづつ変えて、効率的フロンティア $\alpha$ に接する効用曲線Uを求める。ここで求められた接点が最適ポートフォリオとなるものである。尚、変数入の決定は、資産運用に関して経験豊富な投資家が経験上行っていた。特に、上記式は典型的なものであり、実際に

は、効用曲線の式には複数の入を含むことがあり、複数の入を同時に決定することは非常に難しいものとなっていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のコンピュータを用いたポートフォリオ実現のシステムでは、投資に関するリターンとリスクを特定することが難しく、特にリスクを数値化するのが困難であり、資産運用に関して経験豊富な投資家でなければ決定できないという、パラメータ設定の困難性の問題があり、更に、効率曲線を用いる場合には効率的フロンティアに接するよう効用曲線Uにおける変数入の値を決定するのが困難であるという問題点があった。

【0011】従って、従来のポートフォリオ実現システムでは、経験の浅い者が数値を特定して最適ポートフォリオを求めるることは事実上困難なものとなっていた。

【0012】本発明は上記実情に鑑みて為されたもので、簡単な入力操作で最適ポートフォリオを求めることができるポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システムを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記従来例の問題点を解決するための本発明は、ポートフォリオ最適化方法において、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、効率的フロンティアにおける下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定された目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするものであり、最適ポートフォリオを容易に求めることができる。

【0014】また、本発明は、ポートフォリオ最適化処理システムにおいて、入力手段で下限リターン、下限達成確率、目標リターンを入力し、記憶手段で経済情報データ、財務情報データ、金融商品に関連するデータを記憶し、効率的フロンティア算出処理手段で記憶手段からデータを読み込み、リターン軸とリスク軸平面上にポートフォリオにおける効率的フロンティアを算出し、最適ポートフォリオ決定処理手段で効率的フロンティア算出処理手段にて算出された効率的フロンティアに対して、入力手段にて入力された下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、効率的フロンティアにおける下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、入力手段にて入力された目標リターンからリターン軸上に設定された目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオと決定し、記憶手段から推奨する金融商品に関連するデータを読み込み、推奨金融商品の一覧を取得

し、出力手段で最適ポートフォリオ決定処理手段にて得られた最適ポートフォリオ及び推奨金融商品の一覧を出力するものであり、最適ポートフォリオ及び推奨金融商品の一覧を容易に求めることができる。

【0015】また、本発明は、上記ポートフォリオ最適化処理システムにおいて、シミュレーション処理手段が、最適ポートフォリオ決定処理手段で得られた最適ポートフォリオについて経済予測シナリオ若しくは乱数若しくはそれらの組み合わせを用いてシミュレーションを投資期間で複数回行い、出力手段にシミュレーションの推移をグラフ出力すると共に、シミュレーション結果における投資期間満了時の資産の額の分布を出力するものであり、求めた最適ポートフォリオのリスクとリターンの状況を視覚的に容易に認識できる。

【0016】また、本発明は、ポートフォリオ最適化方法において、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リスク値と上限リスク値で形成されるエリアを許容エリアとし、許容エリア内における効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするものであり、最適ポートフォリオを容易に求めることができる。

【0017】また、本発明は、ポートフォリオ最適化方法において、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、現在のポートフォリオのリスク値を算出し、当該リスク値以下を許容エリアとし、許容エリア内における効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするものであり、最適ポートフォリオを容易に求めることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。尚、以下で説明する機能実現手段は、当該機能を実現できる手段であれば、どのような回路又は装置であっても構わず、また機能の一部又は全部をソフトウェアで実現することも可能である。更に、機能実現手段を複数の回路によって実現してもよく、複数の機能実現手段を单一の回路で実現してもよい。

【0019】まず、本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法について、図1を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。図1に示すように、現代ポートフォリオ理論に基づき、算出された投資比率(ポートフォリオ)で効率的フロンティア $\alpha$ を描き出す。この曲線 $\alpha$ は、従来の手法によって描画されるものである。

尚、 $x$ 軸はリスクの割合を示すリスク軸となっており、 $y$ 軸はリターンを示すリターン軸となっている。

【0020】そして、入力項目として、(1)下限リターン、(2)下限達成確率、(3)目標リターンが入力され、下限リターンと下限達成確率から図1に特定の傾きを有する直線(下限直線) $\beta$ を描く。具体的には、図1のリターン軸上における点 $r_1$ が下限リターンを示し、この下限直線 $\beta$ の傾きが下限達成確率を示している。この下限直線 $\beta$ が意味するところは、下限直線によってX領域とY領域に分けられるとき、下限直線 $\beta$ より上側、つまり、X領域において下限達成確率より高い達成確率が得られるものである。従って、下限条件を満たす範囲で目標リターン達成確率が最大となるポイントはX領域に存在することになる。尚、効率的フロンティアのX領域に描かれている部分を「有効効率的フロンティア」と呼ぶこととし、この有効効率的フロンティアの線上で目標リターン達成確率最大点を求めることがある。

【0021】次に、図1のリターン軸に目標リターン $r_1$ を設定し、点 $r_1$ から有効効率的フロンティア上の点とを結ぶ直線であって傾きが最大となる直線(目標直線) $\alpha$ を引く。目標直線は、2次計画法によって描くことができる。そして、目標直線 $\alpha$ と有効効率的フロンティアの共有点Aが、目標リターン達成確率最大点となり、この点Aがポートフォリオ最適化を示すものとなる。

【0022】つまり、効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線 $\beta$ を描画して、有効効率的フロンティアを特定し、その有効効率的フロンティア上の点と目標リターンとを結ぶ直線の内、傾きが最大となる直線(目標直線)を引いて共有点Aを求めることにより、簡単に最適ポートフォリオを求めることができる。よって、3つの明確な入力項目を入力することにより、最適ポートフォリオを得ることができる効果がある。

【0023】尚、入力項目における下限達成確率は、下限直線 $\beta$ の傾きを決めるものであるが、下限達成確率を高くすると傾きも大きくなり、場合によっては効率的フロンティアと交わらなくなってしまう。また、下限達成確率を低くすると傾きは小さくなり、有効効率的フロンティアが長くなる。つまり、下限達成確率が高いと投資の幅が狭くなり、低いと投資の幅が広くなるものである。

【0024】次に、本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化処理システム(本システム)について図2を用いて説明する。図2は、本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化処理システムの構成ブロック図である。本システムは、図2に示すように、入力手段1と、出力手段2と、記憶手段3と、処理手段4とから基本的に構成されている。また、処理手段4は、「効率的

フロンティア」算出処理手段5と、「最適ポートフォリオ」決定処理手段6とを備えている。

【0025】次に、本システムの各部を具体的に説明する。入力手段1は、キーボード、マウス等から構成され、入力事項を入力し、処理手段4に出力する。入力事項としては、「目標収益額(率)」「投資額」「投資期間」「投資選好」「リターン下限値」「投資目標額」「下限達成確率」である。この入力事項を要約すると、投資額、下限及び目標のリターンの額、投資期間となる。特に、下限リターンはリターン下限値(下限リターンの額)から、目標リターンは目標収益額及び投資目標額(目標リターンの額)から得られる。

【0026】そして、投資額、下限及び目標のリターンの額、投資期間、下限達成確率の入力事項が入力手段1から処理手段4に入力されると、処理手段4内に設けられた入力項目算出手段(図示せず)がこれら入力事項から下限リターン、下限達成確率、目標リターンの入力項目を算出するようになっている。尚、入力手段1は、直接に、下限リターン、下限達成確率、目標リターンの入力項目を入力することができるようにも構わない。専門知識を有する投資家にとっては入力項目を直接入力する方が便利な場合がある。

【0027】出力手段2は、CRT又は液晶の表示装置、プリンタ等から構成され、「最適ポートフォリオ」決定処理手段6で処理された結果を入力し、出力事項の「最適ポートフォリオ」「推奨金融商品一覧」が表示若しくは印刷出力される。具体的出力事項は、投資の構成を示すポートフォリオ、目標達成確率、このポートフォリオにおけるリターン及びリスクとなるものである。

30 尚、図1において、目標達成確率とは、目標直線 $\alpha$ の傾きのことであるので、目標直線 $\alpha$ が求まれば算出は容易である。具体的には、目標達成確率50%とは $x$ 軸(リスク軸)に平行な直線(傾き0の直線)となる。従って、傾きがマイナスになると、目標達成確率は50%より小さくなる。また、ポートフォリオのリターン及びリスクも図1から容易に求められる。

【0028】記憶手段3は、内部ハードディスク又は外付けハードディスク又は取り外し可能な記憶装置等で構成され、データベース(DB)の機能を備えている。

40 尚、この記憶手段3はネットワークを介してDB専用のサーバに設けるようにも構わない。DBの構成としては、経済情報データ及び財務情報データを記憶するDB部と、金融商品、リターン(E)、リスク( $\sigma$ )、金融商品のリターンの相関関数( $\rho$ )等のデータを記憶するDB部(金融商品データベース)と、顧客個人のライフプランのデータを記憶するDB部(個人ライフプランデータベース)と、図4で説明するシミュレーションに用いる経済予測シナリオを作成するための過去分のデータ及び将来予測のデータを記憶するDB部(図示せず)とを備えている。

【0029】処理手段4は、入力手段1から入力事項を取り込み、記憶手段3のDBにアクセスして必要なデータを取得し、内部で演算処理等を行って、出力手段2に 出力事項を出力する。

【0030】処理手段4の「効率的フロンティア」算出処理手段5は、記憶手段4から取得したデータを現代ポートフォリオ理論に基づいて算出し、図1に示すような効率的フロンティア $\alpha$ を求めるものである。尚、効率的フロンティアの曲線を求める処理は、従来の手法によるものである。

【0031】処理手段4の「最適ポートフォリオ」決定処理手段6は、本発明の特徴部分であり、リターン下限値（下限リターン）、下限達成確率から下限直線 $\beta$ を算出し、効率的フロンティアにおける下限リターンを上回る部分（有効効率的フロンティア）を特定し、その有効効率的フロンティア上の点と目標リターンから引いた直線の内、傾きを最大にする直線（目標直線 $\gamma$ ）の共有点Aを求め、その点Aをポートフォリオにおける最適点として発見する処理を行うものである。

【0032】「最適ポートフォリオ」決定処理手段6における処理を具体化すると、整数処理と最適点発見処理とに分けられる。最適点発見処理とは、入力手段1から入力される下限リターン、下限達成確率、目標リターンから効率的フロンティア $\alpha$ に対して、下限直線 $\beta$ 、目標直線 $\gamma$ を描く処理を行い、有効効率的フロンティアと目標直線 $\gamma$ との共有点を最適点として発見する処理のことであり、2次計画法を用いて行うものである。また、整数処理とは、発見した最適点において、株式等の購入形態（例えば、株式は千株単位で購入する）に従って、最適点の近傍で実現可能な具体的な値に置き換える処理のことであり、例えば、整数計画法を用いて行うものである。そして、最適ポートフォリオが決定すると、そのポートフォリオに適応する推奨金融商品の一覧が記憶手段3の金融商品データベースから読み出し、出力手段2に 出力する。

【0033】次に、処理手段4の「最適ポートフォリオ」決定処理手段6における処理を図3を用いて説明する。図3は、「最適ポートフォリオ」決定処理手段6の処理を示すフローチャート図である。図3に示すように、「最適ポートフォリオ」決定処理手段6は、「効率的フロンティア」算出処理手段5から算出処理された効率的フロンティアを取り込む（S1）。そして、入力手段1から入力された入力事項の内、下限リターンと下限達成確率に従ってリターン軸に設定された下限リターンから下限達成確率を基に算出したあたりを、その傾きとした下限直線 $\beta$ を求める（S2）。

【0034】更に、効率的フロンティア $\alpha$ における下限直線 $\beta$ 以上の領域にある部分（有効効率的フロンティア）を特定する（S3）。そして、入力事項の内、リターン軸上の目標リターン $r_1$ と有効効率的フロンティア

上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線（目標直線 $\gamma$ ）を引く（S4）。

【0035】次に、目標直線 $\gamma$ と有効効率的フロンティアとの共有点を最適ポートフォリオとして出力する（S5）。この出力の際に、目標直線 $\gamma$ の傾きから目標達成確率を算出し、最適ポートフォリオにおけるリターンとリスクも出力する。また、最適ポートフォリオが決定されると、記憶手段3の金融商品データベースから適応する推奨金融商品を読み出し、推奨金融商品一覧として出力する（S6）。このようにして、「最適ポートフォリオ」決定処理手段6で処理が為される。

【0036】尚、上記「効率的フロンティア」算出処理手段5と「最適ポートフォリオ」決定処理手段6において、効率的フロンティア、下限直線、目標直線を実際に描いているかの如く説明したが、最終的には最適ポートフォリオを求める事になるので、処理手段内部で必要な演算だけを行って最適ポートフォリオを求める事も可能である。

【0037】また、本システムにおいて得られた最適ポートフォリオを出力する際に、その最適ポートフォリオの実効性を確認するために、処理手段4内で経済予測シナリオ若しくは乱数若しくは両者の組み合わせを用いて例えば100回シミュレーションを行い、その結果を視覚的に表示又は印刷出力することもできる。この場合、処理手段4内には、シミュレーションを実行し、結果を出力するシミュレーション処理手段が設けられることになる。実際には、過去分及び将来予測分の経済データをDB部から読み込み、経済予測シナリオの範囲内で乱数を用いてシミュレーションを行うものである。

【0038】この表示例を図4を用いて説明する。図4は、シミュレーション結果を表示する例を示す説明図である。図4に示すように、シミュレーション結果は、特定期間（投資期間）における投資の額を経済予測シナリオ又は任意の乱数等を用いて複数の折れ線グラフで表した推移表示部と、そのシミュレーションの資産の額の分布（確率）を表す確率表示部とで表示される。

【0039】推移表示部は、入力手段1で入力された投資期間を例えば横軸とし、資産の額（円）を縦軸としている。そして、縦軸には入力手段1で入力された下限リターンの額と最適ポートフォリオの時の投資目標額の数値がセットされ、横軸に水平に特定色の線が目安として表示されるようにしている。

【0040】確率表示部は、資産の額を縦軸とし、資産の額の発生頻度を横軸とし、シミュレーション結果の資産の額の頻度の分布を表示したもので、予め設定された下限リターンの額、最適ポートフォリオでの投資目標額との関係で、シミュレーション結果の資産の額の分布を認識できる。認識の仕方は、分布のピークの幅が狭くてそのピークが上（資産の額が高い位置）にある程、達成状況がよいことになる。

11

【0041】図4の例では、下限リターンの額が120万円、最適ポートフォリオでの投資目標額（目標リターン）が150万円に対して資産の額の分布のピークは140万円程度となっている。尚、資産の額が50万円を切ることがあるかどうかを認識可能とするために、資産の額50万円にも目安の線（目安線）が表示されている。尚、ここで、示した金額は単なる例示的なものである。

【0042】また、シミュレーションの推移と資産の額の分布以外に、リスクに対する注意として、資産の額50万円を下回った回数を表示させることもできる。更に、本システムに慣れていない人のために、シミュレーション推移における大きく変化する点を解説することも考えられる。例えば、シミュレーション推移表示部での変化点の近くに「株式暴落」等の注を表示するものである。

【0043】尚、図2に示したポートフォリオ最適化処理システムは、キーボード、マウス、ディスプレイ、プリンタを備える1台のコンピュータ上で実現することも可能であり、また、図2における記憶手段3をデータベース専用の記憶装置に設けるようにし、その記憶装置にネットワークを介して複数のコンピュータが接続し、各コンピュータに処理手段4を設けるようにしてもよい。また、出力手段2における印刷装置をプリントサーバとしてネットワークを介して複数のコンピュータが接続し、共有にて利用可能とすることができる。また、入力手段1及び出力手段2の表示装置のみをネットワークにおける端末に設け、サーバに記憶手段3、処理手段4及び出力手段2の印刷装置を設ける等、各手段をネットワークを介して全て若しくは選択的に分散する構成とすることができる。

【0044】次に、本システムの応用分野について説明する。本システムは、現代ポートフォリオ理論を用いて最適ポートフォリオを決定し、適応する推奨金融商品を一覧表示するものであるから、個人に対しては、投資ツールとしてパーソナルコンピュータ（PC）で利用可能となるようパッケージソフトで提供される。

【0045】また、金融機関の金融セールスとして、株、債券、投資信託等又は金商品等の変動価格商品の販売目的に利用される。この場合、金融機関のLAN又はインターネットのシステムで利用されることが想定される。金融機関に利用された場合のシステム構成を図5に示す。図5は、本システムが金融機関に利用される場合のシステム構成を示すブロック図である。

【0046】図5に示すように、インターネット側として、図2の記憶手段3のDBを備えるメインサーバ11と、メインサーバ11に接続し、各支店に設けられた支店サーバ（個別サーバ）12a, 12b, 12c, …と、顧客が保持するPCが接続されるオンラインサービス13と、支店サーバ12に接続し、来店した顧客用に

12

利用する端末14とから構成されている。また、メインサーバ11はインターネットに接続し、経済情報データ及び金融商品データを取得する。

【0047】ここで、図2に示した処理手段4は、支店サーバ12、オンラインサービス13に設けられており、図2の入力手段1及び出力手段2は、端末14又は顧客PCに設けられることになる。尚、出力手段2における印刷出力機能は、支店サーバ12側に保持させることも考えられる。

10 【0048】また、本システムの別の応用分野は、事業会社の福利厚生として今後登場する401Kの年金運用に利用可能である。この場合も、事業会社の規模に応じてシステムをカスタマイズして提供する必要がある。

【0049】本システムにおける「効率的フロンティア」算出処理手段5及び「最適ポートフォリオ」決定処理手段6は、コンピュータプログラムのソフトウェアにて実現されており、当該ソフトウェアを記録するFD又はCD-ROM、DVD、その他のコンピュータ読み取り可能な記録媒体等で提供する。また、インターネット又はその他のネットワークからプログラムをダウンロードして利用可能とすることも考えられる。従って、図2における処理手段4は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体又はネットワークから本ソフトウェアを読み込んでインストールすることになる。

【0050】また、本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法について図6を用いて説明する。図6は、本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。図6における方法は、図1の方法と比較すると、図1の方法が効率的フロンティアを演算するのに対して、図6の方法では、下限直線βを引き、その下限直線βの上側の領域（X領域）、つまり、下限達成確率以上の達成確率となる領域におけるリターンとリスクの具体的組み合わせの点と目標リターンγ1を結んだ直線を演算し、更に傾きを最大とする直線を目標直線αとし、目標直線αと結んだ点との共有点を最適ポートフォリオとするものである。この方法は、投資家における投資方法が限定されている場合には、図1の方法より簡単に早く最適ポートフォリオを求めることができる効果がある。

40 【0051】本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法及びポートフォリオ最適化処理システムによれば、簡単な入力項目で最適ポートフォリオを求め、推奨金融商品の一覧を表示できるので、ポートフォリオに不慣れな人でも容易に取り扱うことができる効果がある。

【0052】本発明の実施の形態によれば、入力項目が「下限リターン」「下限達成確率」「目標リターン」という明確なファクタに基づいて最適ポートフォリオを求めるものであるから、資産を有する人のライフプラン又はアンケートによって認定したリスク等の抽象的なファ

13

クタを用いることがなく、投資家の意図するものに近い最適ポートフォリオを得ることができる効果がある。

【0053】また、本発明の実施の形態によれば、求めた最適ポートフォリオにおけるシミュレーションを行い、シミュレーションの推移を推移表示部に表示し、そのシミュレーション結果の資産の額の分布を確率表示部に表示するようにしているので、求めた最適ポートフォリオのリスクとリターンの状況を視覚的に認識できる効果がある。

【0054】また、本発明の実施の形態によれば、下限リターン及び下限達成確率から得られる下限直線という概念を用いて最適ポートフォリオを求めるようにしているので、投資を行う人にリスクを明確に認識させることができ、負担できるリスクの範囲内で最適ポートフォリオを得られるため、リスクマネジメントに役立つ効果がある。

【0055】また、本発明の利用形態として、インターネットのホームページ上で本発明のポートフォリオ最適化方法を実現できるようにしておき、有償又は無償にてインターネットに接続するパーソナルコンピュータから必要な入力を行い、最適ポートフォリオを表示させることもできる。この場合、図4に示したようなシミュレーション結果をも表示させるようにしてもよい。

【0056】次に、本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を図8、図9を用いて説明する。図8及び図9は、本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。図8に示すように、現代ポートフォリオ理論に基づき、算出された投資比率（ポートフォリオ）で効率的フロンティア $\alpha$ を描き出す。この曲線 $\alpha$ は、従来の手法によって描画されるものである。尚、x軸はリスクの割合を示すリスク軸となっており、y軸はリターンを示すリターン軸となっている。

【0057】次に、図8のリスク軸に下限リスク値R1と上限リスク値R2とを設定する。このR1とR2の設定は、投資経験又は投資選好によって定まるもので、R1とR2との間がリスクの許容エリアということになり、この許容エリア内の効率的フロンティア $\alpha$ が「有効効率的フロンティア」となる。

【0058】そして、図8のリターン軸に目標リターン $r_1$ を設定し、点 $r_1$ から有効効率的フロンティア上の点とを結ぶ直線であって傾きが最大となる直線（目標直線） $\gamma$ を引く。目標直線は、2次計画法によって描くことができる。そして、目標直線 $\gamma$ と有効効率的フロンティアの共有点Aが、目標リターン達成確率最大点となり、この点Aがポートフォリオ最適化を示すものとなる。尚、図8では、R1とR2との間を許容エリアとしたが、単純にリスク値R2以下を許容エリアとすることも可能である。図8の実施の形態の場合も、簡単に最適ポートフォリオを求める効果がある。

14

【0059】次に、図9に示すように、現代ポートフォリオ理論に基づき、算出された投資比率（ポートフォリオ）で効率的フロンティア $\alpha$ を描き出す。この曲線 $\alpha$ は、従来の手法によって描画されるものである。尚、図1及び図8と同様に、x軸はリスクの割合を示すリスク軸となっており、y軸はリターンを示すリターン軸となっている。

【0060】次に、現在のポートフォリオの点を図9内に求め、当該現在のポートフォリオのリスク値R3を求める。このR3以下を許容エリアとし、この許容エリア内の効率的フロンティア $\alpha$ が「有効効率的フロンティア」となる。図9の場合、既に何らかのポートフォリオが組まれており、それよりもリスクをとらずに目標リターン達成確率を最大になるように組み替えると考える場合に有効である。

【0061】そして、図9のリターン軸に目標リターン $r_1$ を設定し、点 $r_1$ から有効効率的フロンティア上の点とを結ぶ直線であって傾きが最大となる直線（目標直線） $\gamma$ を引く。目標直線は、2次計画法によって描くことができる。そして、目標直線 $\gamma$ と有効効率的フロンティアの共有点Aが、目標リターン達成確率最大点となり、この点Aがポートフォリオ最適化を示すものとなる。図9の実施の形態の場合も、簡単に最適ポートフォリオを求める効果がある。

【0062】尚、図8及び図9における、効率的フロンティアの描画は、図2における「効率的フロンティア」算出処理手段5によって実現しており、許容エリアを決定し、最適ポートフォリオを決定するのは、図2における「最適ポートフォリオ」決定処理手段6によって実現している。

【0063】

【発明の効果】本発明によれば、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リターンと下限達成確率から下限直線を算出し、効率的フロンティアにおける下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするポートフォリオ最適化方法としているので、最適ポートフォリオを容易に求めることができる効果がある。

【0064】また、本発明によれば、入力手段で下限リターン、下限達成確率、目標リターンを入力し、記憶手段で経済情報データ、財務情報データ、金融商品に関するデータを記憶し、効率的フロンティア算出処理手段で記憶手段からデータを読み込み、リターン軸とリスク軸平面上にポートフォリオにおける効率的フロンティアを算出し、最適ポートフォリオ決定処理手段で効率的フロンティア算出処理手段にて算出された効率的フロンティアに対して、入力手段にて入力された下限リターンと

15

下限達成確率から下限直線を算出し、効率的フロンティアにおける下限達成確率以上の達成確率となる部分を有効線部分とし、入力手段にて入力された目標リターンからリターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオと決定し、記憶手段から推奨する金融商品に関するデータを読み込み、推奨金融商品の一覧を取得し、出力手段で最適ポートフォリオ決定処理手段にて得られた最適ポートフォリオ及び推奨金融商品の一覧を出力するポートフォリオ最適化処理システムとしているので、最適ポートフォリオ及び推奨金融商品の一覧を容易に求めることができる効果がある。

【0065】また、本発明によれば、上記ポートフォリオ最適化処理システムにおいて、シミュレーション処理手段が、最適ポートフォリオ決定処理手段で得られた最適ポートフォリオについて経済予測シナリオ若しくは乱数若しくはこれらの組み合わせを用いてシミュレーションを投資期間で複数回行い、出力手段にシミュレーションの推移をグラフ出力すると共に、シミュレーション結果における投資の額の分布を出力するようしているので、求めた最適ポートフォリオのリスクとリターンの状況を視覚的に容易に認識できる効果がある。

【0066】本発明によれば、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、下限リスク値と上限リスク値で形成されるエリアを許容エリアとし、許容エリア内における効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするポートフォリオ最適化方法としているので、最適ポートフォリオを容易に求めることができる効果がある。

【0067】本発明によれば、リターン軸とリスク軸平面上に算出された効率的フロンティアに対して、現在の

16

ポートフォリオのリスク値を算出し、当該リスク値以下を許容エリアとし、許容エリア内における効率的フロンティアの線部分を有効線部分とし、リターン軸上に設定した目標リターンの点と有効線部分上の点とを結ぶ直線であって傾きを最大とする直線を目標直線として算出し、目標直線と有効線部分との共有点を最適ポートフォリオとするポートフォリオ最適化方法としているので、最適ポートフォリオを容易に求めることができる効果がある。

## 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るポートフォリオ最適化処理システムの構成ブロック図である。

【図3】「最適ポートフォリオ」決定処理手段6の処理を示すフローチャート図である。

【図4】シミュレーション結果を表示する例を示す説明図である。

【図5】本システムが金融機関に利用される場合のシステム構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。

【図7】従来の最適ポートフォリオ算出方法を示す説明図である。

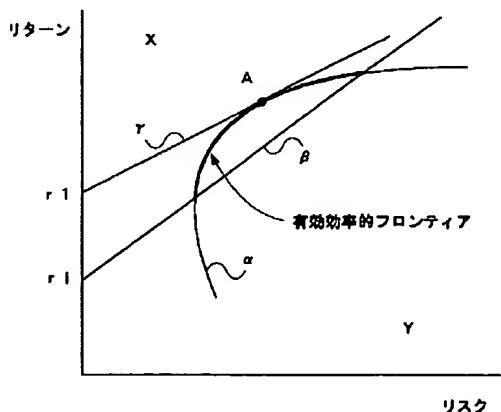
【図8】本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。

【図9】本発明の別の実施の形態に係るポートフォリオ最適化方法を示す説明図である。

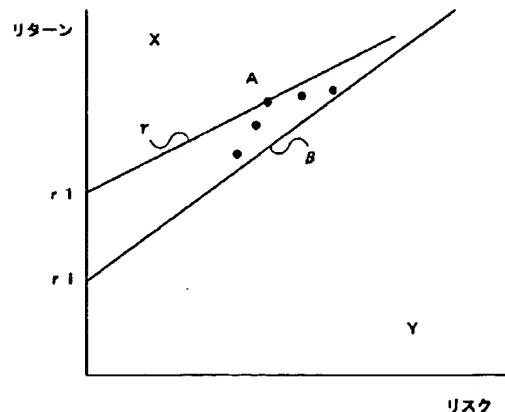
## 【符号の説明】

30 1…入力手段、 2…出力手段、 3…記憶手段、 4…処理手段、 5…「効率的フロンティア」算出処理手段、 6…「最適ポートフォリオ」決定処理手段、 11…メインサーバ、 12…支店サーバ、 13…オンラインサービス、 14…端末

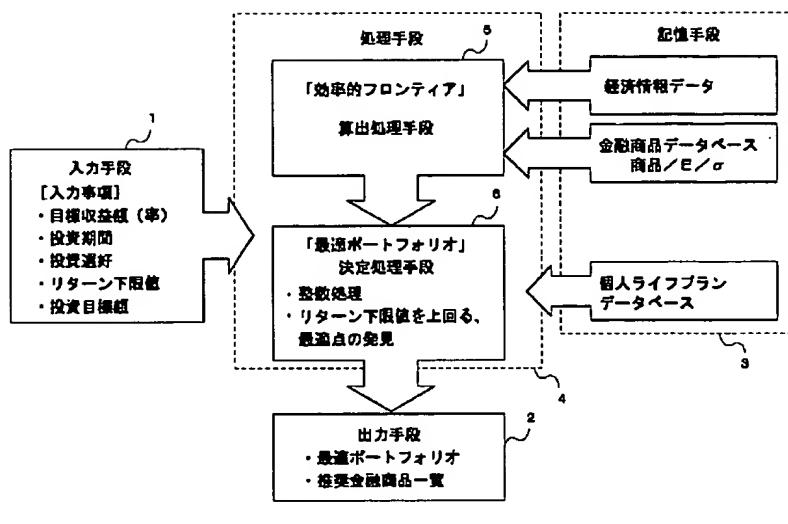
【図1】



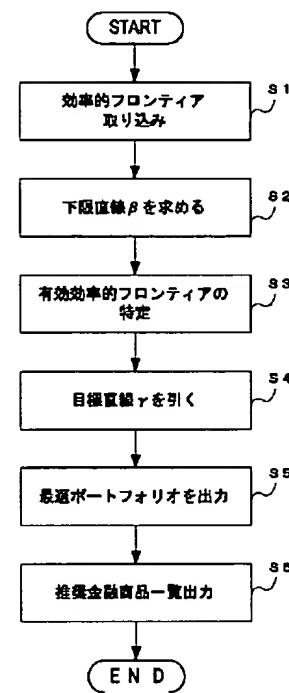
【図6】



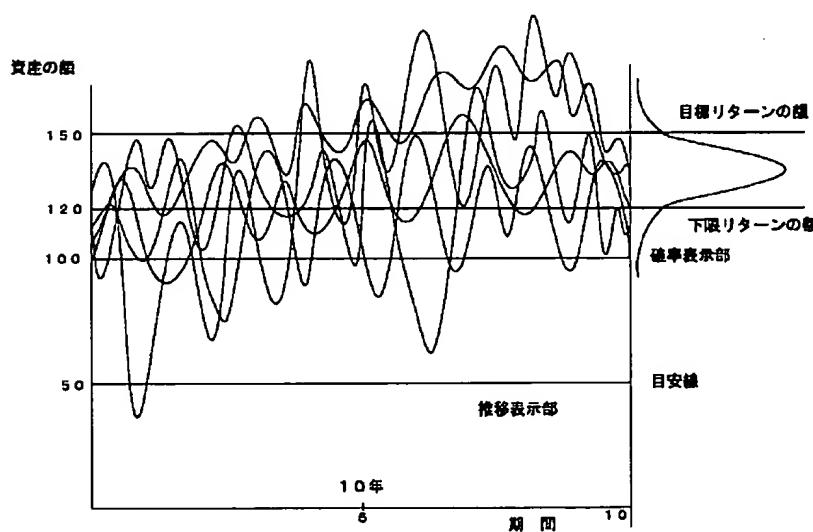
【図2】



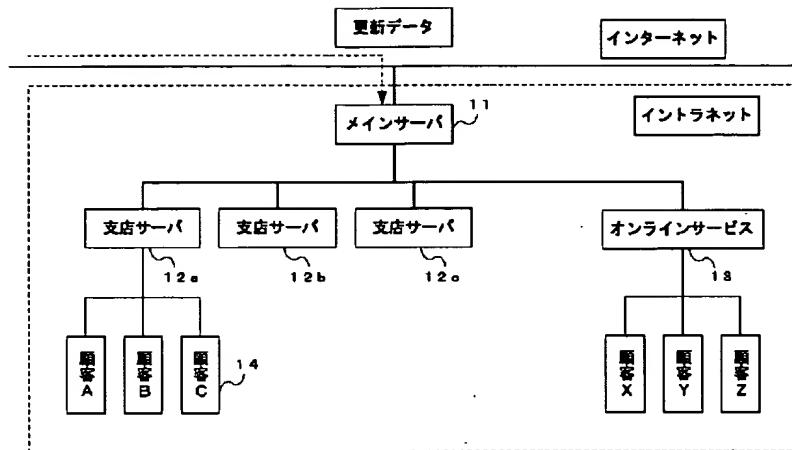
【図3】



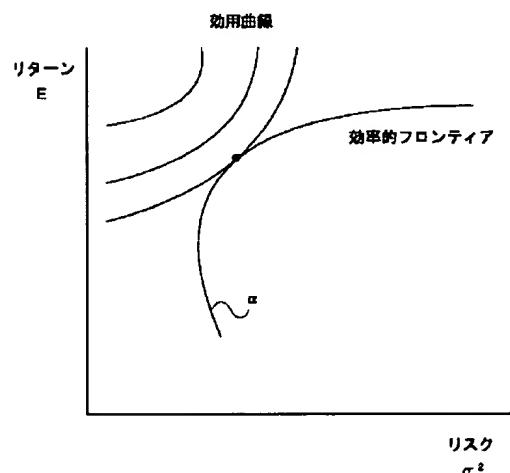
【図4】



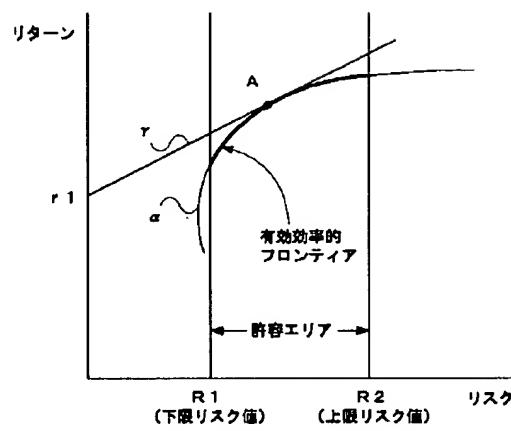
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

